

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 สมบัติพื้นฐานของดินเหนียวแข็งของกรุงเทพฯ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพื้นฐานของสมบัติพื้นฐานของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง และชั้นที่สองของกรุงเทพมหานครได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ โดยเสนอผลการทดลองในลักษณะของช่วงเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยตลอดช่วงความลึกของดินเหนียวแข็งแต่ละชั้น ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

4.1.1 ความลึกของชั้นดินเหนียวแข็ง (DEPTH OF STIFF CLAY) พบว่า ความลึกโดยประมาณของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งอยู่ที่ 12.00 เมตร ถึง 26.00 เมตร และดินเหนียวแข็งชั้นที่สองมีความลึกโดยประมาณ 38.00 เมตร ถึง 55.00 เมตร เว้นแต่บริเวณทิศตะวันออกของกรุงเทพฯซึ่งมักพบชั้นทรายหนาเพียง 3.00 ถึง 5.00 เมตร ถัดลงไปจึงเป็นดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง

4.1.2 ปริมาณน้ำในโพรงดินตามธรรมชาติ (NATURAL WATER CONTENT) พบว่า ปริมาณน้ำในโพรงดินตามธรรมชาติ (W_n %) ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าระหว่าง 18% ถึง 33% สำหรับในดินเหนียวแข็งชั้นที่สองค่าของ W_n % มีค่าระหว่าง 13% ถึง 33% โดยที่ค่าของ W_n % นี้มีค่าลดลงเมื่อความลึกมากขึ้น

4.1.3 ขีดจำกัดและดัชนีแอตเตอร์เบิร์ก (ATTERBERG LIMIT & INDEX) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าของขีดจำกัดเหลว (LL) ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าระหว่าง 41% ถึง 64% และ 39% ถึง 64% ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง สำหรับค่าของขีดจำกัดพลาสติก (PL) ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าระหว่าง 12% ถึง 29% และ 14% ถึง 28% ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง

สำหรับค่าของดัชนีพลาสติก (PI) ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าระหว่าง 19% ถึง 45% และ 19% ถึง 42% ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง ส่วนค่าของดัชนีเหลว (LI) ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าระหว่าง 0.024 ถึง 0.254 และ -0.121 ถึง 0.769 ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง

เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าของ W_n % มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า ค่าของ LL และ PL อาจเป็นเพราะค่าของ LL และ PL มีข้อผิดพลาดในการทดสอบได้มากกว่าเพราะทำได้ยากกว่า อย่างไรก็ตามพบว่า สมบัติพื้นฐานมีค่าลดลงเมื่อความลึกมากขึ้น

4.2 พารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัว (COMPRESSIBILITY PARAMETERS)

ผลการวิเคราะห์โดยสถิติพื้นฐานของพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัวได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ โดยแสดงค่าเฉลี่ยตลอดช่วงความลึกของดินเหนียวแข็งแต่ละชั้น ดังปรากฏผลการวิจัยดังนี้

ค่าของอัตราส่วนช่องว่างในโพรงดิน (e_0) ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง มีค่าระหว่าง 0.592 ถึง 1.049 และ 0.457 ถึง 0.775 ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง ค่าของดัชนีการอัดแน่น (C_c) ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าระหว่าง 0.146 ถึง 0.702 และ 0.204 ถึง 0.412 ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง ค่าของดัชนีการอัดแน่นช้า (C_r) ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าระหว่าง 0.019 ถึง 0.085 และ 0.031 ถึง 0.066 ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง ค่าของอัตราส่วนการอัดแน่น (CR) ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าระหว่าง 0.051 ถึง 0.253 และ 0.131 ถึง 0.219 ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง ค่าของอัตราส่วนการอัดแน่นช้า (RR) ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าระหว่าง 0.017 ถึง 0.057 และ 0.021 ถึง 0.036 ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง

จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน สามารถสรุปการเปลี่ยนแปลงค่าของพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัวต่อความลึกได้ว่า ค่าของพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัวทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้ามกับค่าของความลึก เช่นเดียวกับสมบัติพื้นฐาน นอกจากนั้น ยังพบว่าอัตราส่วนระหว่าง C_c และ C_r กับ CR และ RR มีค่าประมาณ 5 ถึง 7 ทั้งในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สอง และในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่สองบางแห่งจะพบดินเหนียวแข็งที่มีสีเทาเข้ม (DARKGRAY CLAYS) ซึ่งมีความสามารถในการยุบตัวสูงมากผิดปกติไม่ว่าจะมีความลึกเท่าใดก็ตาม อย่างไรก็ตาม ข้อมูลของดินเหนียวแข็งชนิดดังกล่าวยังมีไม่มากพอที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์

4.3 หน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวตั้งในอดีตและอัตราส่วนการอัดแน่นเกินตัว (MAXIMUM PAST PRESSURE AND OVER CONSOLIDATION RATIO)

4.3.1 จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 หน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวตั้งในอดีต (MAXIMUM PAST PRESSURE) ในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นหนึ่งมีค่าตั้งแต่ 14 ถึง 63 ตัน/ม² และในดินเหนียวแข็งชั้นที่สองมีค่าตั้งแต่ 49 ถึง 113 ตัน/ม²

4.3.2 อัตราส่วนการอัดตัวเกินกำลัง (OVER CONSOLIDATION RATIO) พบว่า ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งนั้น ค่าของ OCR มีค่าลดลงจาก 2.357 เป็น 1.000 เมื่อความลึกมากขึ้น แต่ค่าของ OCR ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สองกลับมีค่าสูงขึ้น โดยมีค่าจาก 1.120 เป็น 2.511 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่า OCR กับความลึกพบว่าในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าลดลงและที่ดินเหนียวแข็งที่สอง ในช่วงความลึก 25.00 เมตร ถึง 45.00 เมตร นั้น OCR ยังมีค่าลดลงแล้วกลับมีค่าสูงขึ้นอีก

จากผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานในหัวข้อที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 ข้างต้น นั้น พบว่าค่าของสมบัติพื้นฐาน, ค่าพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัว, ค่าของหน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวตั้งในอดีต และค่าอัตราส่วนการอัดตัวเกินกำลัง ต่างมีความสัมพันธ์กับความลึกจนเห็นได้ชัด ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของสมบัติพื้นฐานกับพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัว รวมทั้งความสัมพันธ์ของสมบัติพื้นฐานกับหน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวตั้งในอดีตและอัตราส่วนการอัดตัวเกินกำลังอีกด้วย จากการที่ทดลองวิเคราะห์ความสัมพันธ์คู่ต่าง ๆ ทั้งหมดด้วย การถดถอยที่เป็นเส้นตรง (LINEAR REGRESSION) และการถดถอยที่ไม่เป็นเส้นตรง (NON-LINEAR REGRESSION) แล้วพบว่า การถดถอยที่เป็นเส้นตรงให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าการถดถอยที่ไม่เป็นเส้นตรงทุกคู่ความสัมพันธ์

4.4 ผลการวิเคราะห์ โดยการถดถอยของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สอง

ผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES กับ COMPRESSIBILITY PARAMETERS ได้แสดงไว้ในรูปที่ B-1 ถึง B-62 ในภาคผนวก ข. ซึ่งแสดงโคเอแแกรม การกระจาย เส้นถดถอย สมการถดถอย และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของแต่ละคู่ จากผลการวิเคราะห์ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งพบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง PL กับ CR มีค่า r สูงที่สุดถึง 0.815 และในดินเหนียวแข็งชั้นที่สองความสัมพันธ์ระหว่าง $W_n\%$ กับ e_o มีค่า r สูงที่สุดคือ 0.989 นอกจากนี้ยังพบว่า $W_n\%$ เป็นสมบัติพื้นฐานที่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัว สำหรับขีดจำกัดแอทเตอร์เบิร์ก (ATTERBERG LIMIT) นั้นมีความสัมพันธ์กับพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัวน้อยกว่า

ในการนำสมการถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยไปใช้อ้างอิงนั้น ควรเลือกสมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.700 ขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากค่าดังกล่าวจะให้ค่า r^2 ประมาณ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งอธิบายได้ค่าตัวแปรตามที่ได้จากสมการนี้ จะมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากตัวแปรอยู่ 50% สำหรับสมการที่มีค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.700 ขึ้นไปนั้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองตามลำดับ

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง N-VALUE กับ m_v นั้นพบว่าในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่า r ถึง -0.701 แต่ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สองมีค่าเพียง -0.201 เท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากค่า m_v และ N -VALUE ของดินเหนียวแข็งชั้นที่สองมีกระจายมากกว่าในชั้นที่หนึ่ง

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในโพรงดินตามธรรมชาติ ($W_n\%$) กับ อัตราส่วนช่องว่างในโพรงดินแรกเริ่ม (e_o) พบว่าสมการถดถอยที่ได้จากดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีสมการเป็น $e_o = 0.042 (W_n - 8.58)$ เมื่อเปรียบเทียบกับสมการพื้นฐาน $e_o = 0.026 W_n$ (เมื่อ $S=100\%, G=2.60$) แล้วพบว่า e_o การวิจัยมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากในสภาพตามธรรมชาติ DEGREE OF SATURATION มีค่าไม่เท่ากับ 100% หรืออาจเนื่องจาก-

สาเหตุอื่นที่นอกเหนือจาก W_n เพียงตัวเดียว เช่น ความผิดพลาดจากการทดสอบหาค่า e_o ระหว่างการทดสอบ CONSOLIDATION เป็นต้น สำหรับในดินเหนียวแข็งชั้นที่สองนั้นพบว่า สมการถดถอยจากการวิจัยมีค่าที่คลาดเคลื่อนจากสมการพื้นฐานน้อยมาก คือ $e_o = 0.027 - (W_n - 0.327)$ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจาก DEGREE OF SATURATION ในดินเหนียวแข็งชั้นที่สองมีค่าใกล้เคียงเป็น 100% มากขึ้น และตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมักมีคุณสมบัติที่ดีกว่า จึงมีข้อผิดพลาดน้อยกว่า

ผลการวิเคราะห์การถดถอยที่แสดงในลักษณะของ เส้นและสมการถดถอยรวมกันได้ แสดงไว้ในรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.17 สำหรับตารางที่ 4.7 และ 4.8 เป็นตารางสรุปผลการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง และชั้นที่สองตามลำดับ

นอกจากที่กล่าวมาในหัวข้อข้างต้นแล้ว เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์การถดถอย และสหสัมพันธ์ของ เส้นถดถอยทั้งหมด พบว่า

1. สมการหรือเส้นถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ใช้ได้ทุก ๆ ความลึกของดินเหนียวแต่ละชั้น
2. ข้อมูลที่มีค่าอยู่นอกช่วงของค่าเฉลี่ยที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.1 ถึง 4.3 ก็ยังสามารถใช้สมการและเส้นถดถอยเหล่านี้ได้
3. ค่าของ C_c , CR คำนวณจาก STRESS RANGE $\bar{\sigma}_{vo} + 20$, T/M^2 และค่าของ C_r , RR คำนวณจาก STRESS RANGE $\bar{\sigma}_{vo} - 10$, T/M^2
4. สมบัติความสามารถในการยุบตัวของดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง มีการกระจายมากกว่าของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง และพบว่าจะมีความสัมพันธ์ที่ดีกับ W_n เท่านั้น
5. ในบางครั้งค่าของสมบัติพื้นฐานและพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัวที่ได้จริงจากการทดสอบอาจมีค่าอยู่นอกช่วงของค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติครั้งนี้ เพราะค่าที่ได้จากการทดลอง เป็นเพียงค่าที่ได้จากหลุมเจาะหลุมเดียวหรือจากไม่กี่ตำแหน่ง มิได้เป็นค่าเฉลี่ยตลอดช่วงความลึกของดินเหนียวแข็ง ซึ่งอาศัยหลักการ 95% ของช่วงความเชื่อมั่นที่แต่ละความลึก หรือ เป็นค่าเฉลี่ยของทุก ๆ แห่งของกรุงเทพฯ โดยทั่วไปที่ความลึกเดียวกัน โดยเฉพาะค่า CR ของดินเหนียวแข็งชั้นที่สองมีโอกาสสูงถึง 0.40 ในบางแห่ง
6. ช่วงของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยุบตัวของดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง จากการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานมีน้อยกว่าช่วงของค่าเฉลี่ยจากดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง แต่ผลจาก

การวิเคราะห์การถดถอยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติพื้นฐานกับความสามารถในการยุบตัว (C_c) ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งดีกว่าของดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง เมื่อ $e_0 = 0.90$ ดังรูปที่ 4.17

7. เมื่อเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์การถดถอยครั้งนี้กับผลการวิเคราะห์ในอดีต ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.18 ซึ่งแสดง เปรียบเทียบเส้นถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่าง $w_n\%$ กับ C_c , $w_n\%$ กับ CR และ e_0 กับ C_c ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งพบว่า เส้นถดถอยจากการวิเคราะห์ครั้งนี้มีความชันน้อยกว่าความชันของสมการจากการวิเคราะห์ในอดีต กล่าวคือ ค่าของพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัวจากเส้นถดถอยที่วิเคราะห์ครั้งนี้ จะมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าของ $w_n\%$ และ e_0 ค่าเดียวกัน สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองนั้น เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.19 ซึ่งแสดง เปรียบเทียบเส้นถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่าง $w_n\%$ กับ C_c และ e_0 กับ C_c พบว่ามีลักษณะของความแตกต่าง เช่น เดียวกันกับในดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง แต่สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง $w_n\%$ กับ C_c นั้น จะแตกต่างกันน้อยมาก อย่างไรก็ตามในการนำสมการหรือเส้นถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งนี้ไปใช้อ้างอิง หรือคำนวณออกแบบ จะให้ค่าของการทรุดตัวที่สูงกว่า ซึ่งมีผลให้เกิดความปลอดภัยมากกว่า



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RANGE OF DEPTH	RANGE OF BASIC PROPERTIES					NUMBER OF DATA
	W % _n	LL%	PL%	PI%	LI%	
12-14	26.03±3.33	58.22±6.11	19.01±4.30	34.22±10.01	0.155±0.081	6
14-16	25.91±2.77	56.90±4.88	23.97±5.51	35.01±9.99	0.065±0.04	9
16-18	29.98±3.20	60.11±3.68	24.13±4.01	36.89±4.94	0.171±0.02	35
18-20	25.55±1.91	48.09±7.61	24.16±2.07	28.64±7.72	0.199±0.055	32
20-22	23.98±2.00	52.00±4.88	22.15±2.98	35.88±6.91	0.151±0.060	41
22-24	20.32±2.00	47.88±7.11	24.01±4.11	28.15±8.90	0.090±0.055	20
24-26	21.11±1.89	48.02±7.40	20.15±7.90	30.05±10.59	0.077±0.051	9

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ BASIC PROPERTIES ของดินเหนียวแข็ง
ชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ

หมายเหตุ ค่าต่าง ๆ ที่แสดงในตารางคำนวณจากช่วงเชื่อมั่น 95%

RANGE OF DEPTH	RANGE OF INDEX PROPERTIES					NUMBER OF DATA
	W % _n	LL%	PL%	PI%	LI%	
25-30	24.89±1.54	56.44±7.23	21.44±2.29	35.00±6.09	0.116±0.075	25
30-35	25.95±2.43	55.33±5.62	21.33±1.04	34.00±4.78	0.344±0.239	35
35-40	26.13±3.39	53.06±5.33	22.35±1.68	30.70±11.43	0.245±0.135	38
40-45	26.62±2.31	48.05±3.15	20.83±1.14	26.45±3.49	0.286±0.118	41
45-50	24.33±1.06	61.67±7.74	23.00±2.45	38.67±0.78	0.044±0.096	49
50-55	24.67±8.56	55.80±10.09	24.20±3.57	28.40±10.50	0.359±0.41	13
55-60	22.00±9.23	47.00±8.11	19.00±5.13	24.00±3.17	0.089±0.21	5

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ BASIC PROPERTIES ของดินเหนียวแข็ง-

ชั้นที่สองของกรุงเทพฯ

หมายเหตุ

ค่าต่าง ๆ ที่แสดงในตารางคำนวณจากช่วงเชื่อมั่น 95%

DEPTH (m)	RANGE OF COMPRESSIBILITY PARAMETERS						O.C.R	NUMBER OF DATA
	e_o	C_c	C_r	CR	RR	$\bar{\sigma}_{vm}$		
12-14	0.990±0.059	0.612±0.071	0.081±0.004	0.161±0.006	0.037±0.006	17.53±3.72	2.313±0.044	6
14-16	0.901±0.031	0.623±0.066	0.077±0.005	0.158±0.012	0.049±0.008	24.11±2.85	2.050±0.033	6
16-18	0.908±0.022	0.671±0.031	0.073±0.006	0.202±0.014	0.040±0.004	29.35±4.01	1.765±0.039	33
18-20	0.699±0.021	0.505±0.038	0.070±0.005	0.239±0.014	0.048±0.003	33.65±2.38	1.398±0.030	32
20-22	0.652±0.009	0.661±0.031	0.065±0.004	0.122±0.010	0.040±0.002	44.45±2.99	1.355±0.031	40
22-24	0.640±0.048	0.444±0.063	0.044±0.011	0.098±0.033	0.026±0.005	52.14±3.15	0.911±0.094	20
24-26	0.722±0.048	0.233±0.087	0.031±0.012	0.060±0.009	0.021±0.004	58.11±4.89	1.333±0.082	8

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง
ของกรุงเทพฯ

หมายเหตุ ค่าต่าง ๆ ที่แสดงในตารางคำนวณจากช่วงเชื่อมั่น 95%

DEPTH (m)	RANGE OF COMPRESSIBILITY PARAMETERS							NUMBER OF DATA
	e_o	C_c	C_r	CR	RR	$\bar{\sigma}_{vm}$ (T/M ²)	O.C.R.	
25-30	0.650 [±] 0.030	0.303 [±] 0.059	0.049 [±] 0.012	0.178 [±] 0.029	0.029 [±] 0.007	51.25 [±] 2.60	1.300 [±] 0.063	23
30-35	0.689 [±] 0.032	0.344 [±] 0.053	0.045 [±] 0.006	0.176 [±] 0.023	0.025 [±] 0.003	55.06 [±] 1.85	1.269 [±] 0.062	32
35-40	0.732 [±] 0.043	0.374 [±] 0.038	0.059 [±] 0.007	0.204 [±] 0.015	0.029 [±] 0.003	62.48 [±] 1.42	1.186 [±] 0.030	37
40-45	0.702 [±] 0.031	0.345 [±] 0.025	0.042 [±] 0.005	0.188 [±] 0.009	0.023 [±] 0.002	70.29 [±] 0.55	1.173 [±] 0.053	40
45-50	0.594 [±] 0.046	0.268 [±] 0.025	0.033 [±] 0.002	0.149 [±] 0.018	0.027 [±] 0.005	78.33 [±] 0.59	1.268 [±] 0.125	47
50-55	0.797 [±] 0.124	0.383 [±] 0.057	0.054 [±] 0.012	0.181 [±] 0.008	0.029 [±] 0.005	89.00 [±] 4.77	1.289 [±] 0.069	13
55-60	0.576 [±] 0.119	0.263 [±] 0.059	0.042 [±] 0.011	0.152 [±] 0.014	0.0026 [±] 0.005	106.60 [±] 6.84	1.701 [±] 0.81	5

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง
ของกรุงเทพฯ

หมายเหตุ . ค่าต่าง ๆ ที่แสดงในตารางคำนวณจากช่วงเชื่อมั่น 95%

REGRESSION EQUATION	COEFF. OF CORRELATION	
	r	r ²
$e_o = 0.042 (w_n - 8.58)$	0.719	0.517
$C_c = 0.051 (w_n - 23.39)$	0.701	0.496
$RR = 0.0035 (w_n - 22.90)$	0.721	0.520
$CR = 0.012 (PL - 13.71)$	0.815	0.664
$\bar{\sigma}_{vm} = 9.576 (28.69 - PL)$	-0.700	0.490
$N = 18.718 (2.887 - m_v)$	-0.701	0.491
$C_c = 1.348 (e_o - 0.552)$	0.809	0.654

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ของ
ดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ (สำหรับทุกความลึก)
(สำหรับสมการที่มีค่า $r \geq 0.7$)

หมายเหตุ ค่าของ m_v คำนวณจากช่วง NORMAL CONSOLIDATION
ค่าของ m_v ที่จะใช้กับสมการข้างต้นต้องคูณด้วย (10^2) ,
หน่วยของ BASIC PROPERTIES เป็น %
หน่วยของ m_v เป็น M^2/T

REGRESSION EQUATION	COEFF. OF CORRELATION	
	r	r ²
$e_o = 0.027 (w_n - 0.33)$	0.989	0.978
$c_c = 0.027 (w_n - 14.86)$	0.876	0.767
$c_r = 0.005 (w_n - 17.75)$	0.733	0.537
$CR = 0.012 (w_n - 12.11)$	0.735	0.540
$c_c = 1.082 (e_o - 0.411)$	0.732	0.536

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์เส้นถดถอยและสหสัมพันธ์ของ
ดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ (สำหรับทุกความลึก)
(สำหรับสมการที่มีค่า $r \geq 0.7$)

หมายเหตุ BASIC PROPERTIES มีหน่วยเป็น %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REGRESSION EQUATION	COEFF. OF CORRELATION	
	r	r ²
$e_o = 0.042 (W_n - 8.585)$	0.719*	0.517
$C_c = 0.051 (W_n - 23.397)$	0.701*	0.491
$C_r = 0.024 (W_n - 26.784)$	0.183	0.033
$CR = 0.028 (W_n - 23.399)$	0.580	0.336
$RR = 0.0035 (W_n - 22.900)$	0.721*	0.520
$OCR = 0.818 (30.259 - W_n)$	-0.115	0.013
$\bar{O}_{vm} = 33.011 (30.510 - W_n)$	-0.551	0.304
$e_o = 0.024 (LL - 24.682)$	0.454	0.206
$C_c = 0.052 (LL - 50.838)$	0.490	0.240
$C_r = 0.016 (LL - 52.921)$	0.116	0.013
$CR = 0.073 (LL - 53.874)$	0.215	0.046
$RR = 0.009 (LL - 53.124)$	0.098	0.010
$OCR = 0.305 (LL - 52.379)$	0.127	0.016
$\bar{O}_{vm} = 12.772 (59.218 - LL)$	-0.353	0.125
$e_o = 0.097 (PL - 16.731)$	0.661	0.437
$C_c = 0.179 (PL - 23.047)$	0.223	0.050
$C_r = 0.022 (PL - 22.388)$	0.174	0.030
$CR = 0.012 (PL - 13.711)$	0.815*	0.664
$RR = 0.070 (PL - 24.106)$	0.032	0.001
$OCR = 1.055 (26.253 - PL)$	-0.081	0.006
$\bar{O}_{vm} = 9.576 (28.691 - PL)$	-0.700*	0.049
$e_o = 0.037 (PI - 10.181)$	0.378	0.143
$C_c = 0.077 (PI - 27.251)$	0.161	0.026
$C_r = 0.515 (PI - 30.593)$	0.005	-
$CR = 0.057 (PI - 29.110)$	0.090	0.008
$RR = 0.234 (31.829 - PI)$	-0.116	0.013
$OCR = 0.214 (PI - 25.781)$	0.223	0.050
$\bar{O}_{vm} = 40.327 (PI - 31.133)$	0.036	0.001
$N = 18.718 (2.887 - m_v)$	-0.701*	0.491
$C_c = 1.348 (e_o - 0.552)$	0.809*	0.654
$C_r = 0.625 (e_o - 0.679)$	0.270	0.073

ตารางที่ 4.7 สรุปผลการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ของดินเหนียวแข็ง-
ชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ

หมายเหตุ * หมายถึงสมการที่มีค่า r มากกว่า 0.7

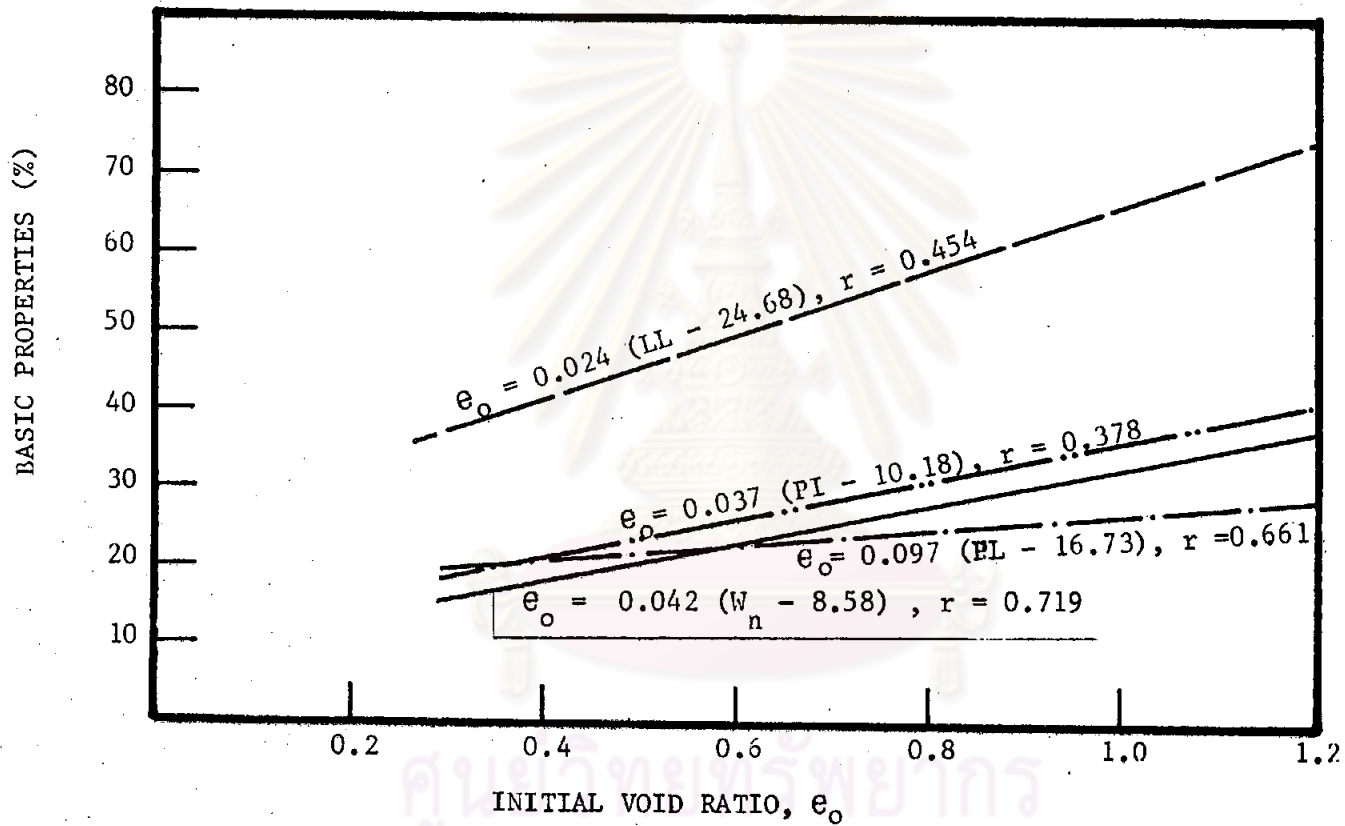
ค่า m_v ที่จะใช้กับสมการข้างต้นต้องคูณด้วย 10²

REGRESSION EQUATION	COEFF. OF CORRELATION	
	r	r ²
$e_o = 0.027 (W_n - 0.327)$	0.989*	0.978
$c_c = 0.027 (W_n - 14.863)$	0.876*	0.767
$c_r = 0.005 (W_n - 17.747)$	0.733*	0.537
$CR = 0.012 (W_n - 12.113)$	0.735*	0.540
$RR = 0.005 (W_n - 21.993)$	0.301	0.091
$OCR = 0.066 (45.281 - W_n)$	-0.402	0.162
$\bar{O}_{vm} = 6.227 (37.169 - W_n)$	-0.317	0.100
$e_o = 0.216 (55.229 - LL)$	-0.095	0.009
$c_c = 0.088 (55.452 - LL)$	-0.141	0.020
$c_r = 0.019 (53.676 - LL)$	-0.076	0.006
$CR = 0.022 (60.114 - LL)$	-0.242	0.058
$RR = 0.287 (51.884 - LL)$	-0.066	0.004
$OCR = 0.099 (LL - 38.914)$	0.161	0.026
$\bar{O}_{vm} = 14.310 (LL - 46.798)$	0.085	0.007
$e_o = 0.596 (PL - 20.343)$	0.101	0.010
$c_c = 0.400 (22.087 - PL)$	-0.060	0.004
$c_r = 0.036 (PL - 20.543)$	0.122	0.015
$CR = 6.642 (21.787 - PL)$	-0.002	-
$RR = 0.0202 (PL - 20.381)$	0.133	0.018
$OCR = 0.448 (24.486 - PL)$	-0.102	0.010
$\bar{O}_{vm} = 71.082 (22.662 - PL)$	-0.049	0.002
$e_o = 0.173 (34.160 - PI)$	-0.149	0.022
$c_c = 0.077 (34.168 - PI)$	-0.208	0.043
$c_r = 0.013 (33.118 - PI)$	-0.151	0.023
$CR = 0.032 (35.599 - PI)$	-0.214	0.046
$RR = 0.021 (30.923 - PI)$	-0.052	0.003
$OCR = 0.098 (PI - 17.341)$	0.206	0.042
$\bar{O}_{vm} = 18.761 (PI - 26.417)$	0.083	0.007
$N = 18.104 (8.124 - m_v)$	-0.201	0.040
$c_c = 1.082 (e_o - 0.411)$	0.732*	0.536
$c_r = 0.164 (e_o - 0.450)$	0.587	0.344

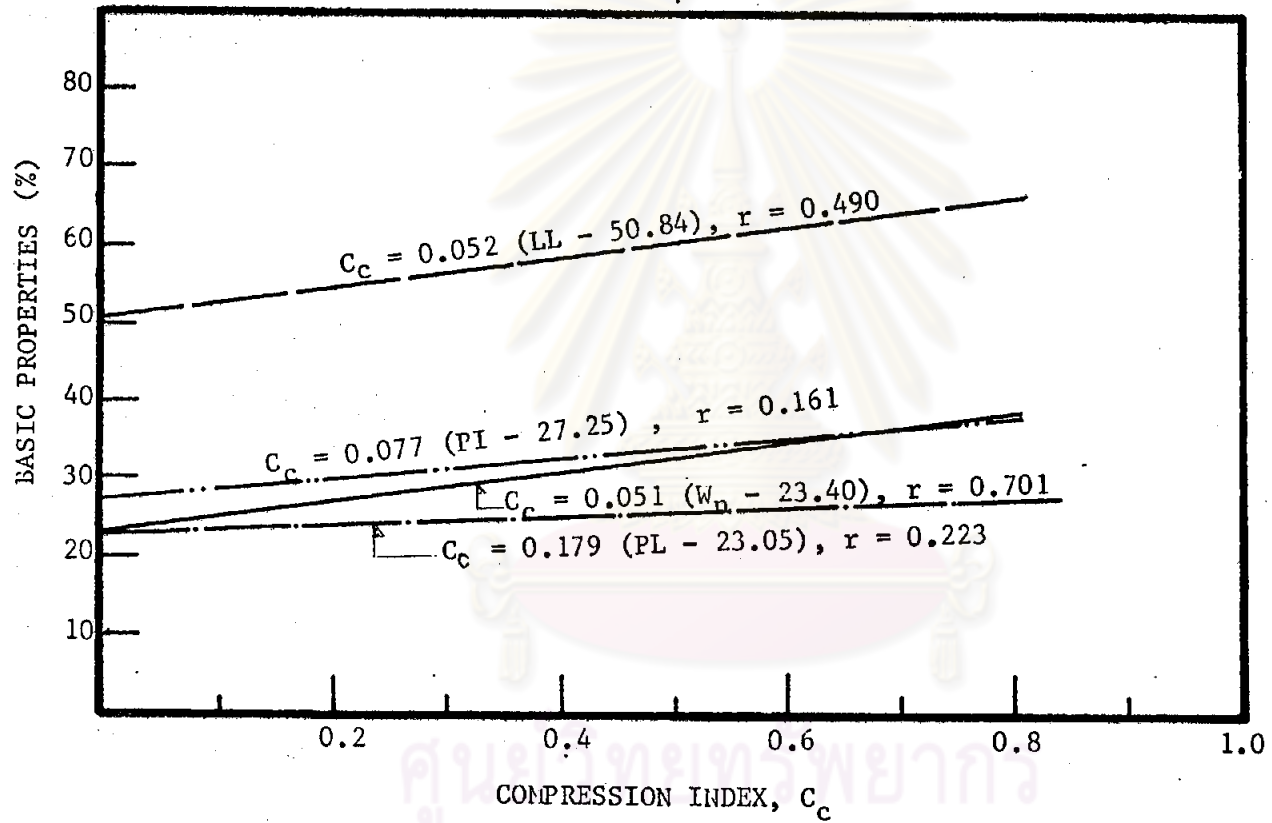
ตารางที่ 4.8 สรุปผลการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ของดินเหนียวแข็ง-
ชั้นที่สองของกรุงเทพฯ

หมายเหตุ * หมายถึงสมการที่มีค่า r มากกว่า 0.7

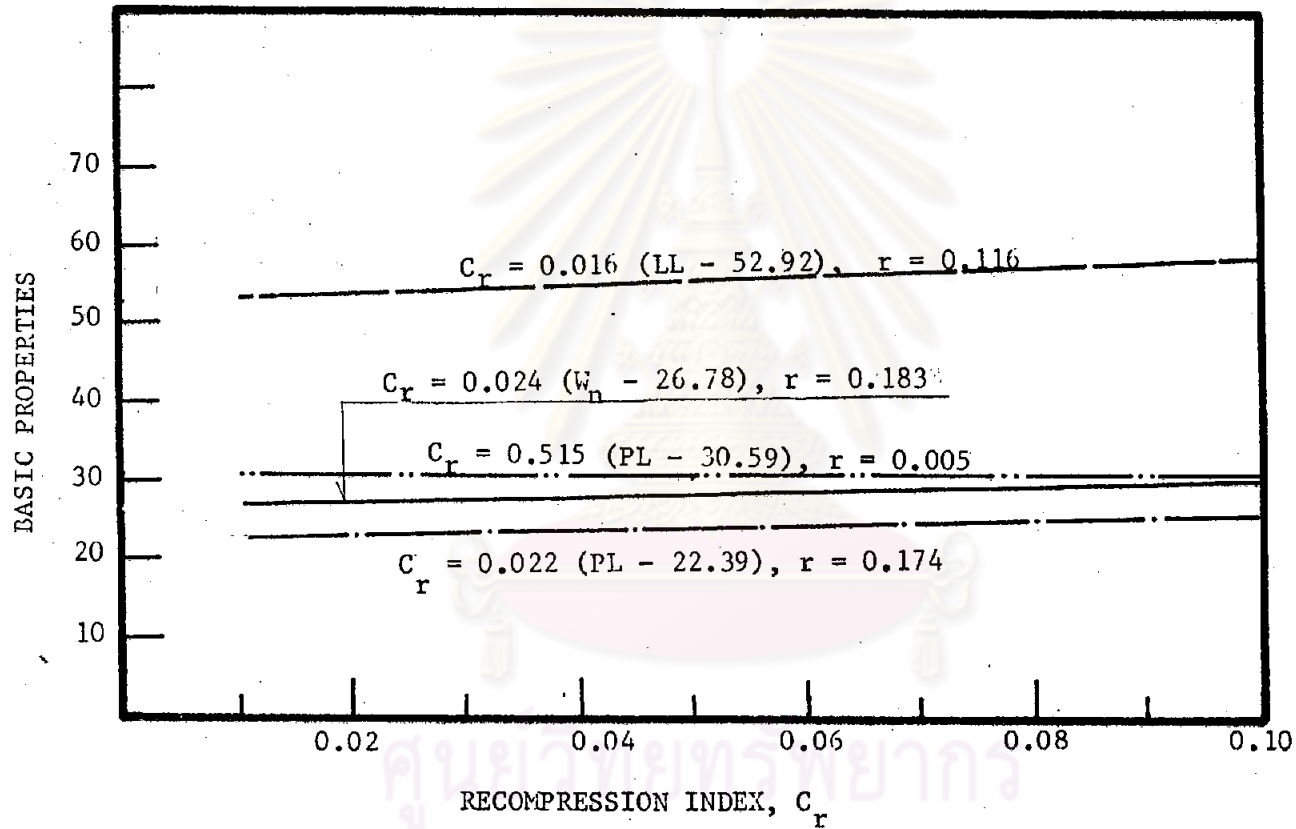
ค่า m_v ที่จะใช้กับสมการข้างต้นต้องคูณด้วย 10³



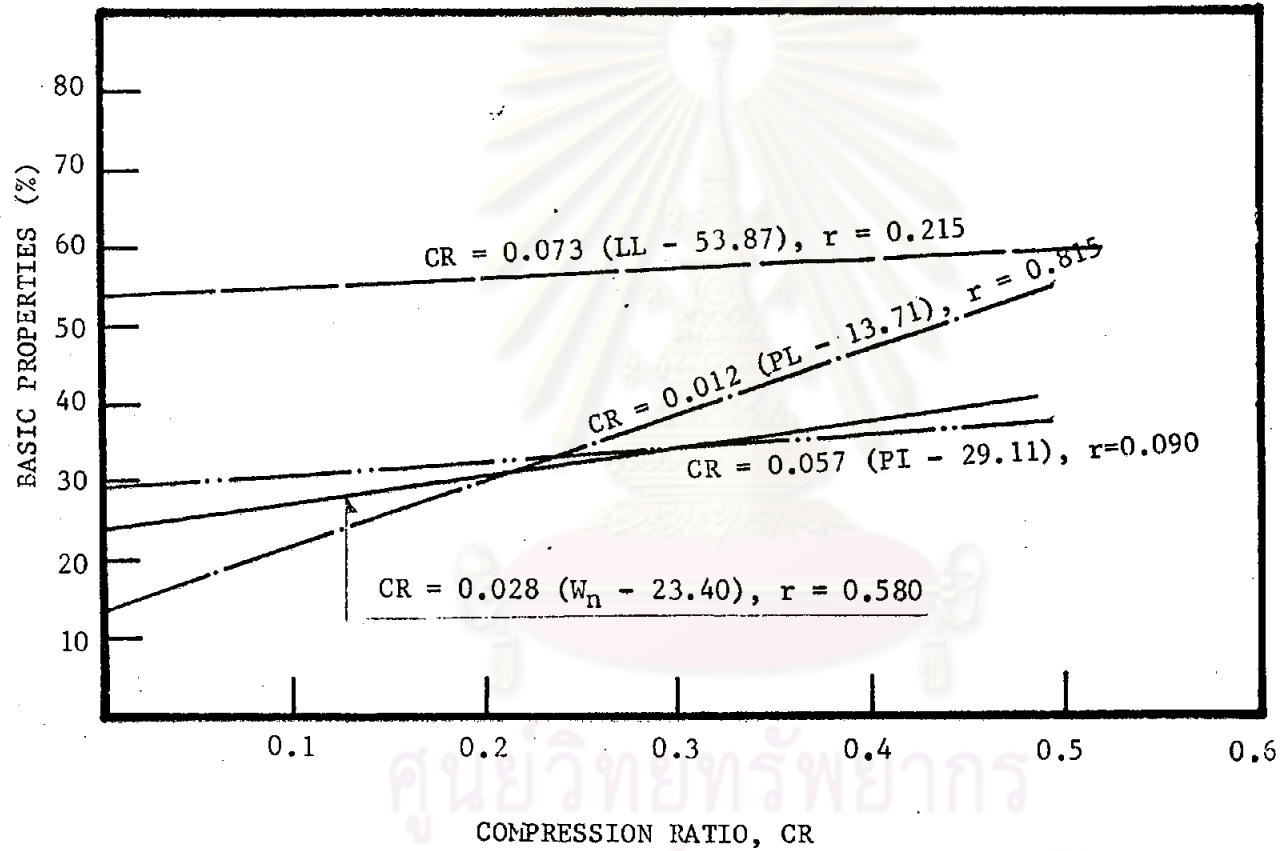
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง e_o กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็ง-
ชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ (จากข้อมูลทั้งหมด 145 ข้อมูล)



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_c กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็ง
ชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ (จากข้อมูลทั้งหมด 145 ข้อมูล)

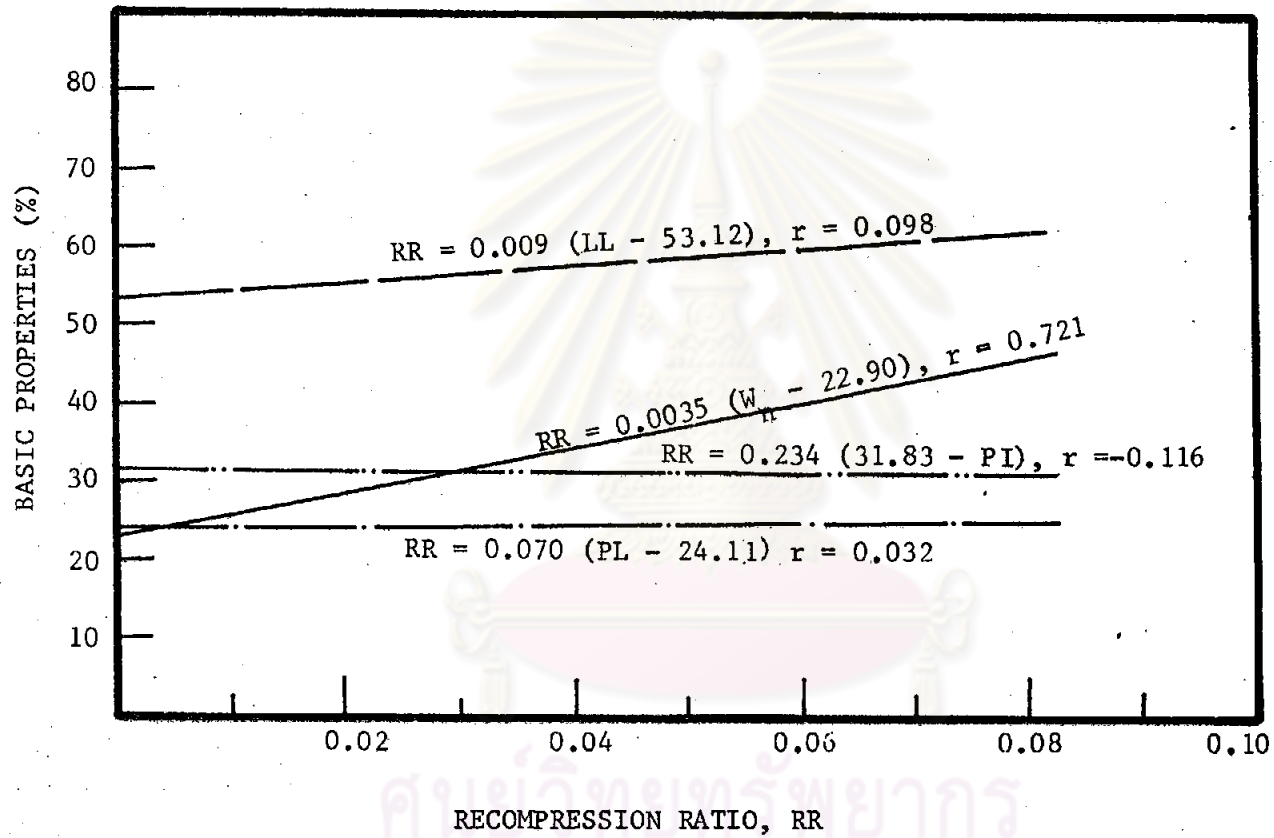


รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_r กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็ง
ชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ (จากข้อมูลทั้งหมด 145 ข้อมูล)



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง CR กับ BASIC PROPERTIES

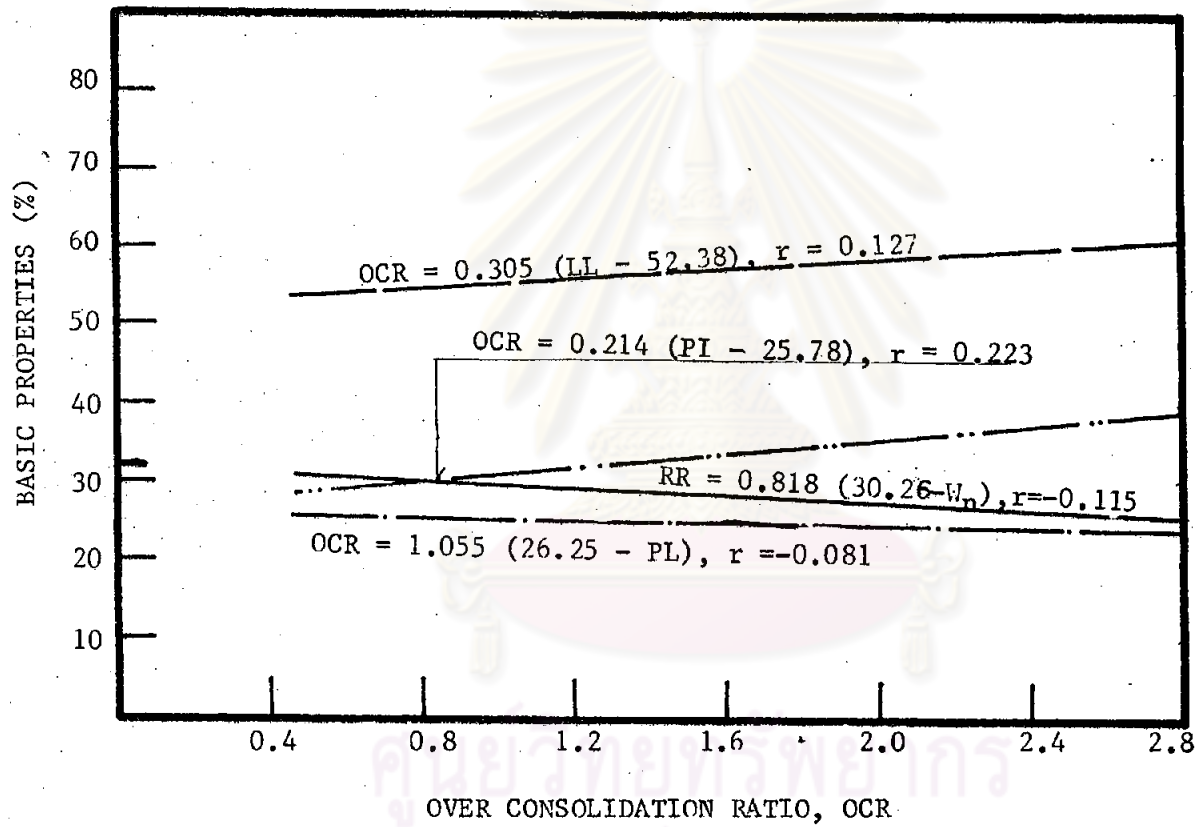
สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ (จากข้อมูลทั้งหมด 145 ข้อมูล)



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RR กับ BASIC PROPERTIES

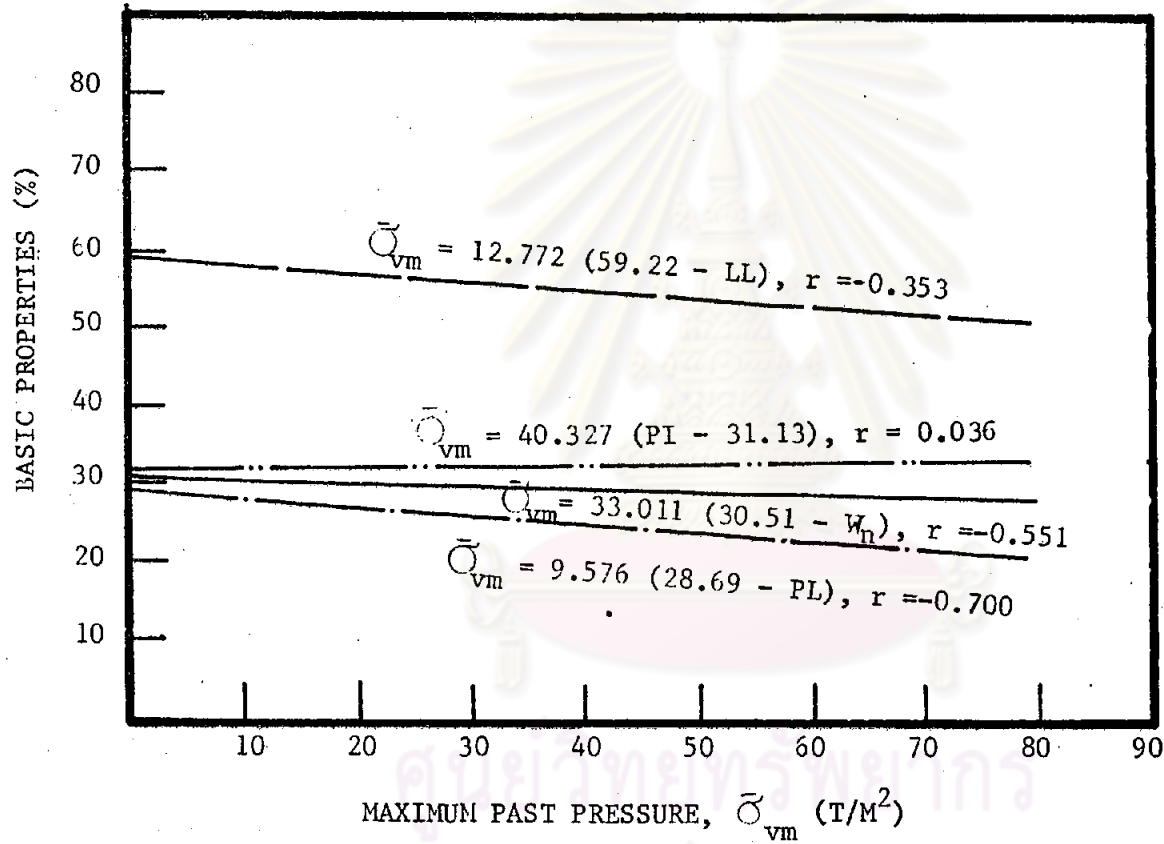
สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ

(จากข้อมูลทั้งหมด 145 ข้อมูล)

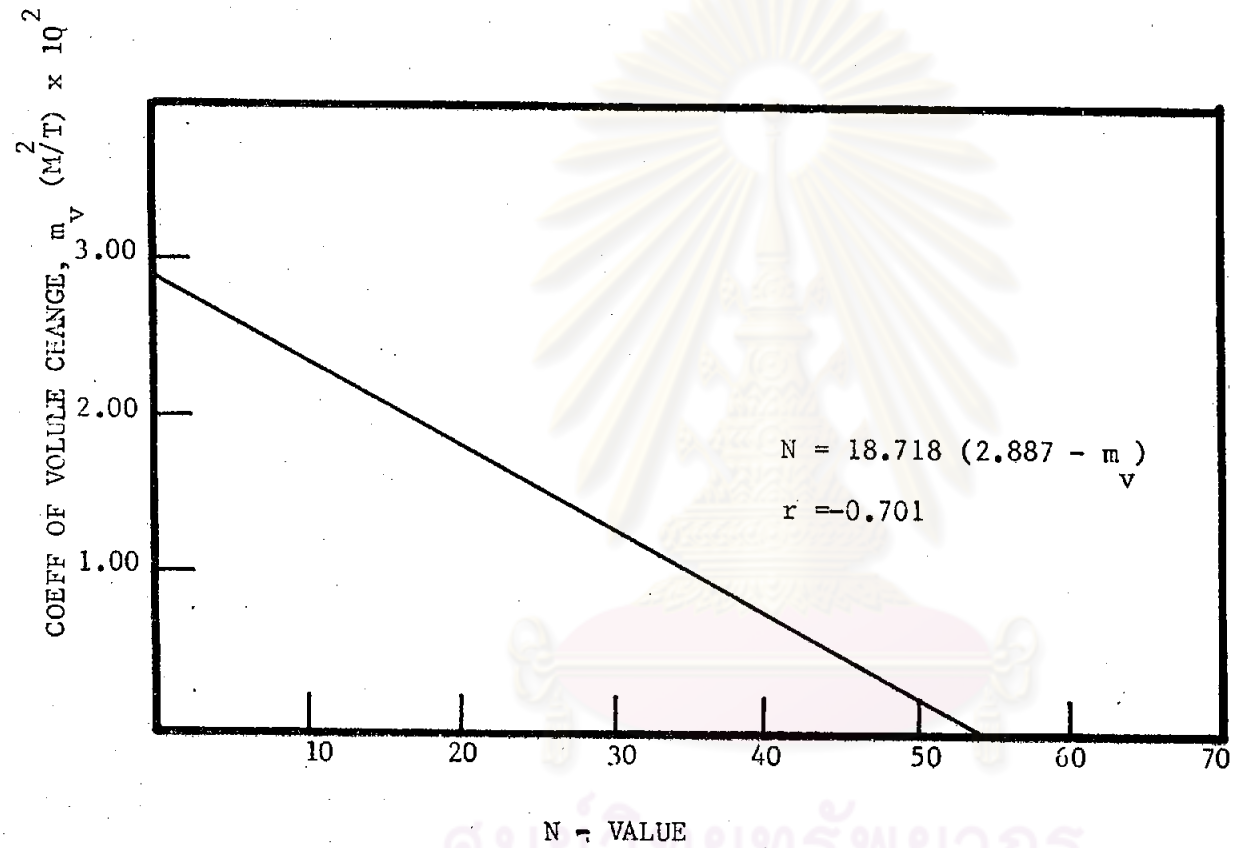


รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง OCR กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ

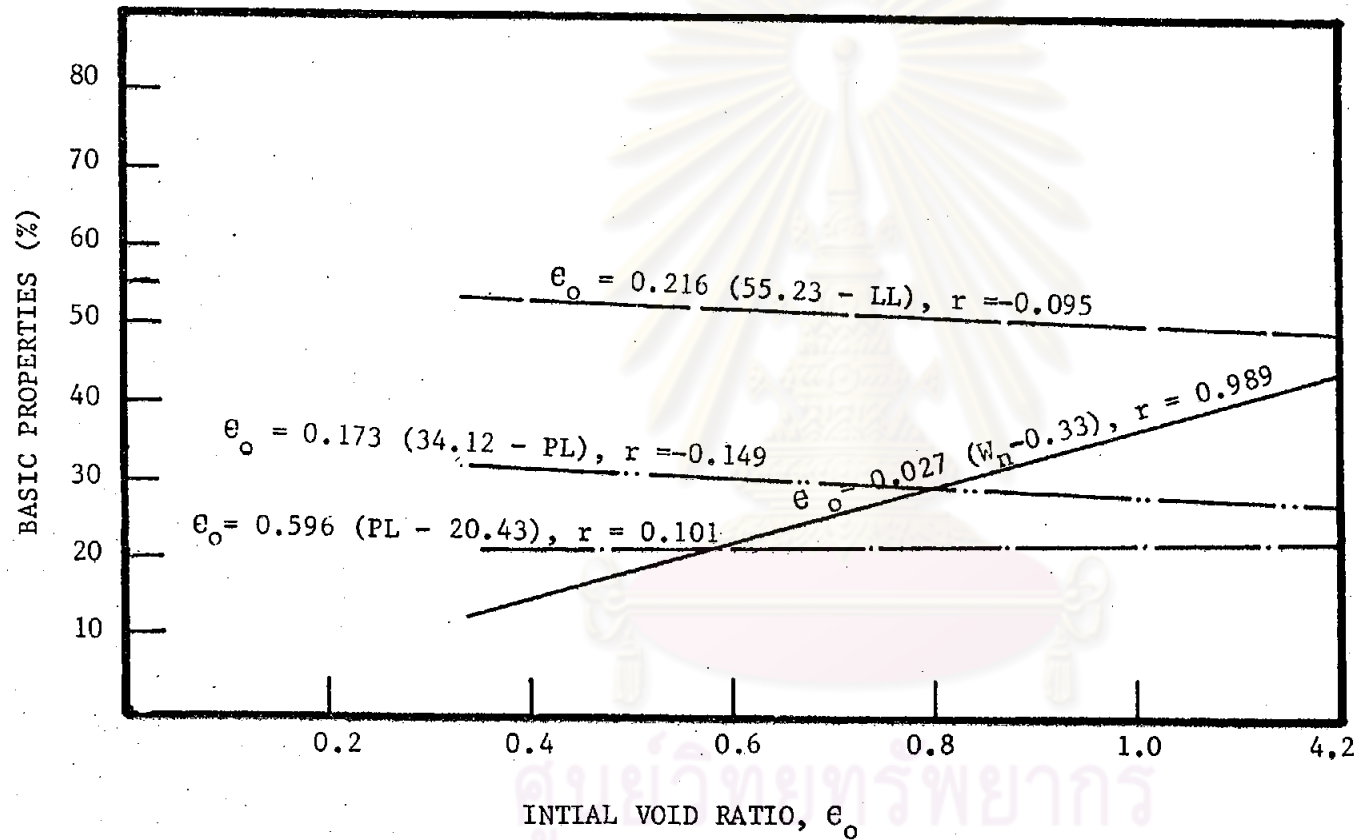
(จากข้อมูลทั้งหมด 145 ข้อมูล)



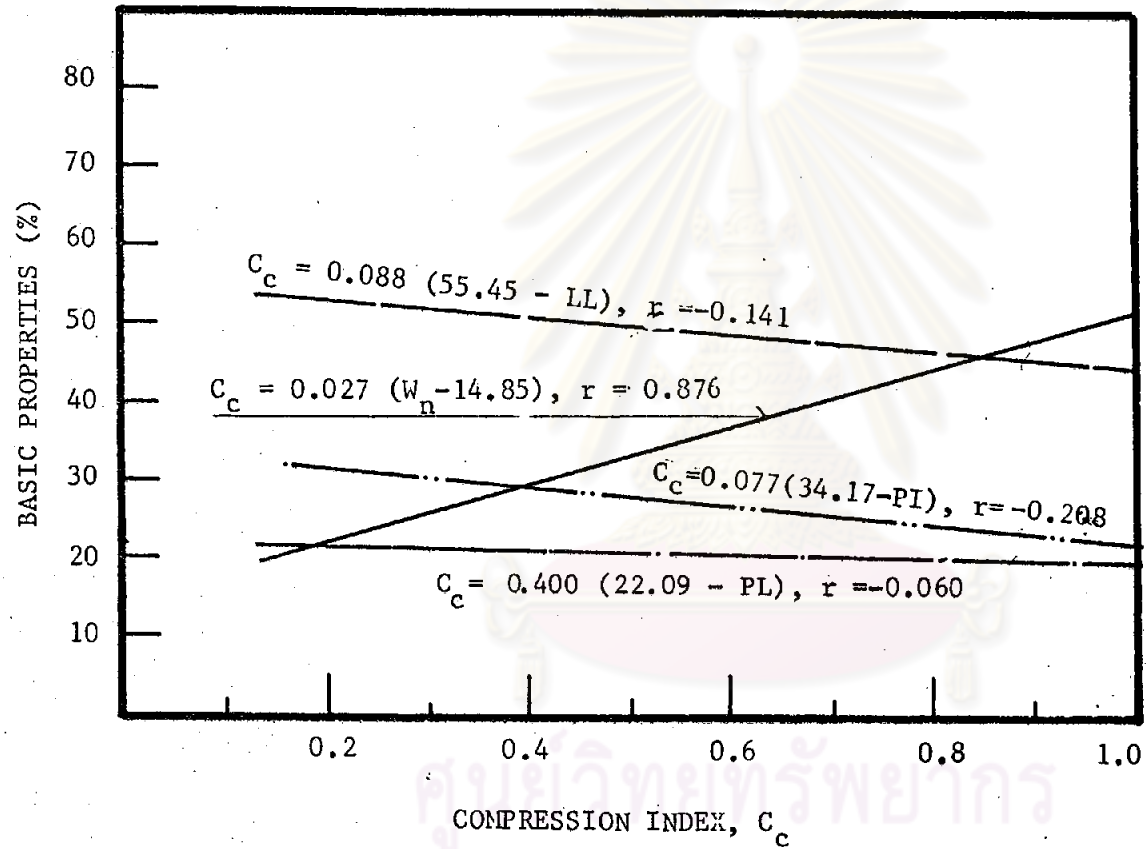
รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{\sigma}_{vm}$ กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ (จากข้อมูลทั้งหมด 145 ข้อมูล)



รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง N-VALUE กับ m_v สำหรับดินเหนียวแข็ง-
 ชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ (จากข้อมูลทั้งหมด 145 ข้อมูล)



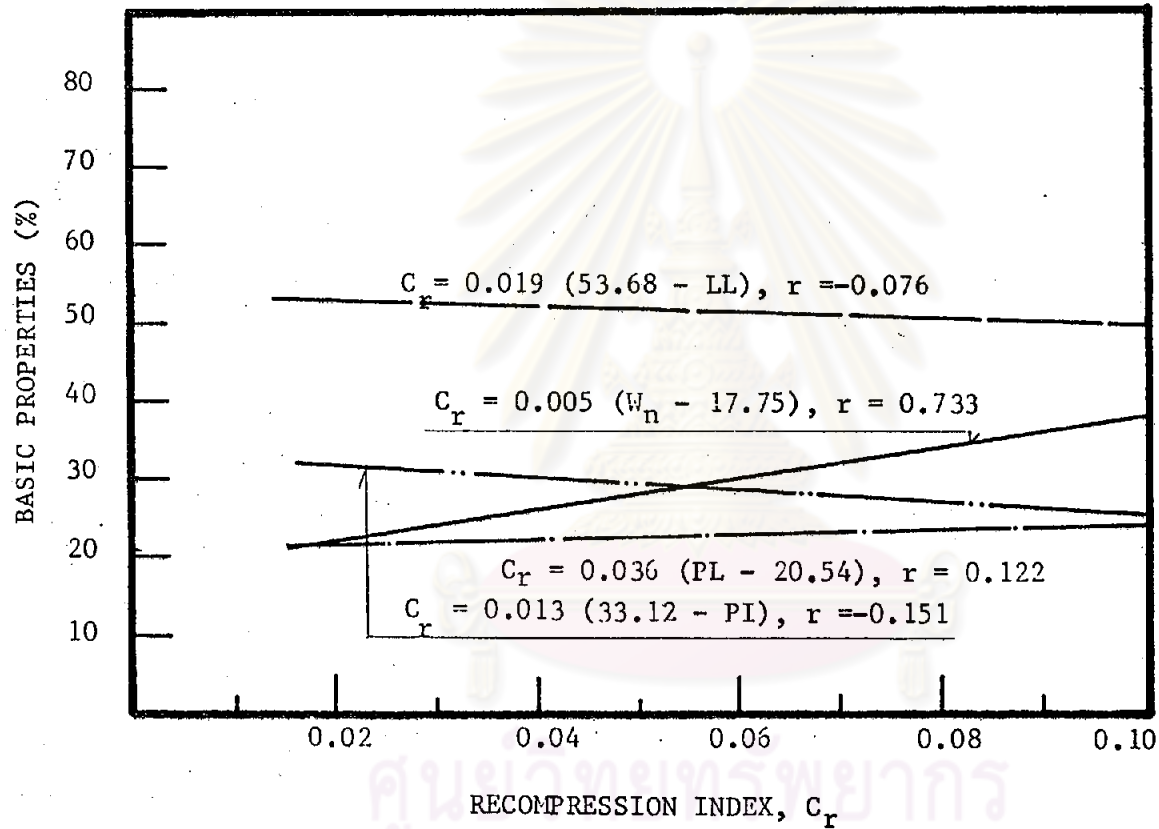
รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง e_o กับ BASIC PROPERTIES
 สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ
 (จากข้อมูลทั้งหมด 197 ข้อมูล)



รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_c กับ BASIC PROPERTIES

สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ

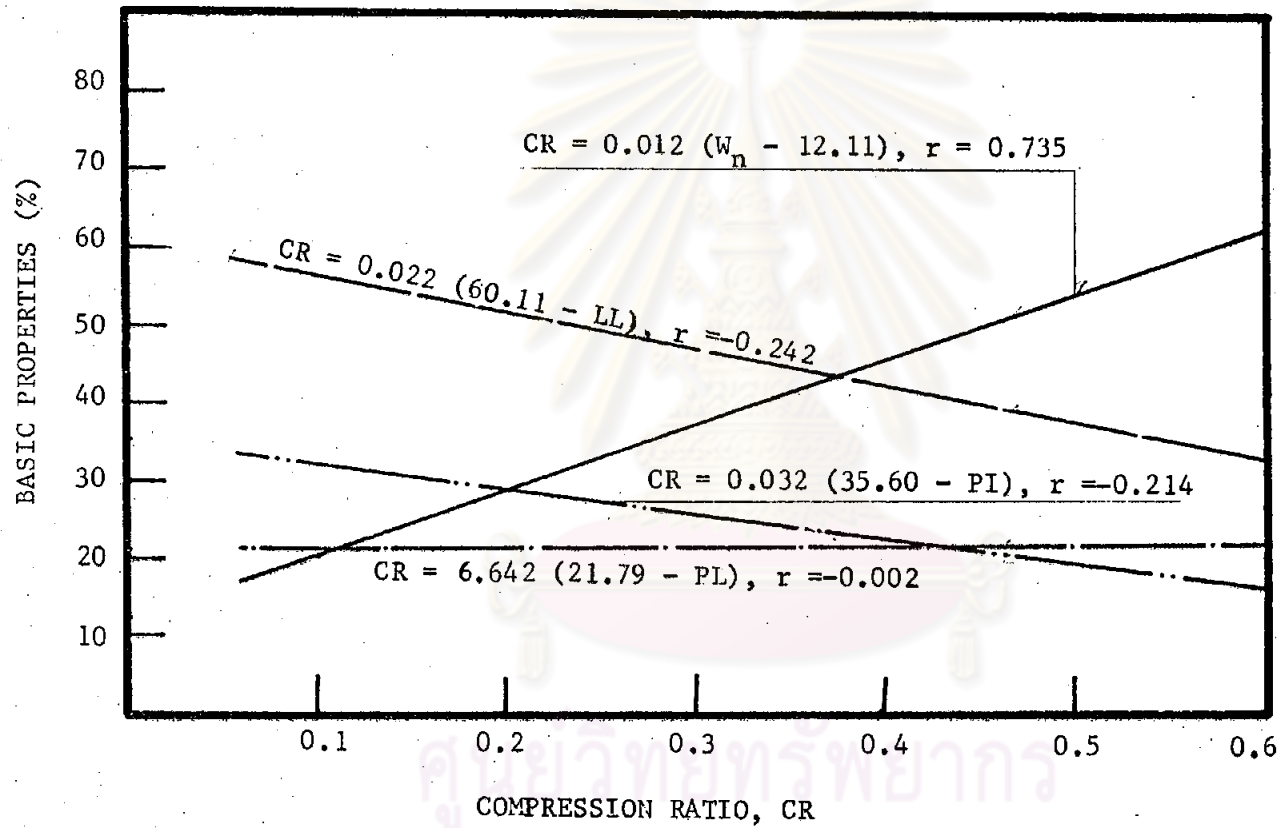
(จากข้อมูลทั้งหมด 197 ข้อมูล)



รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_r กับ BASIC PROPERTIES

สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ

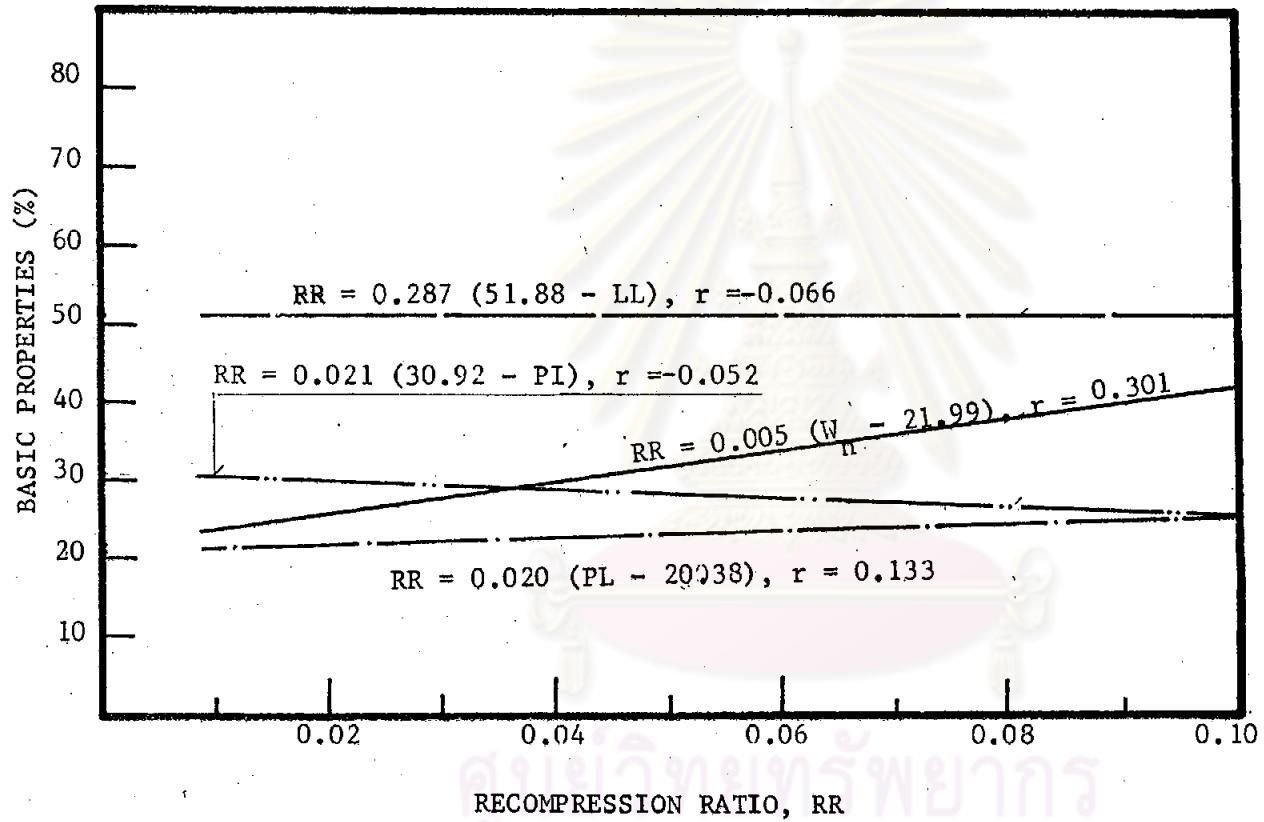
(จากข้อมูลทั้งหมด 197 ข้อมูล)



รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง CR กับ BASIC PROPERTIES

สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ

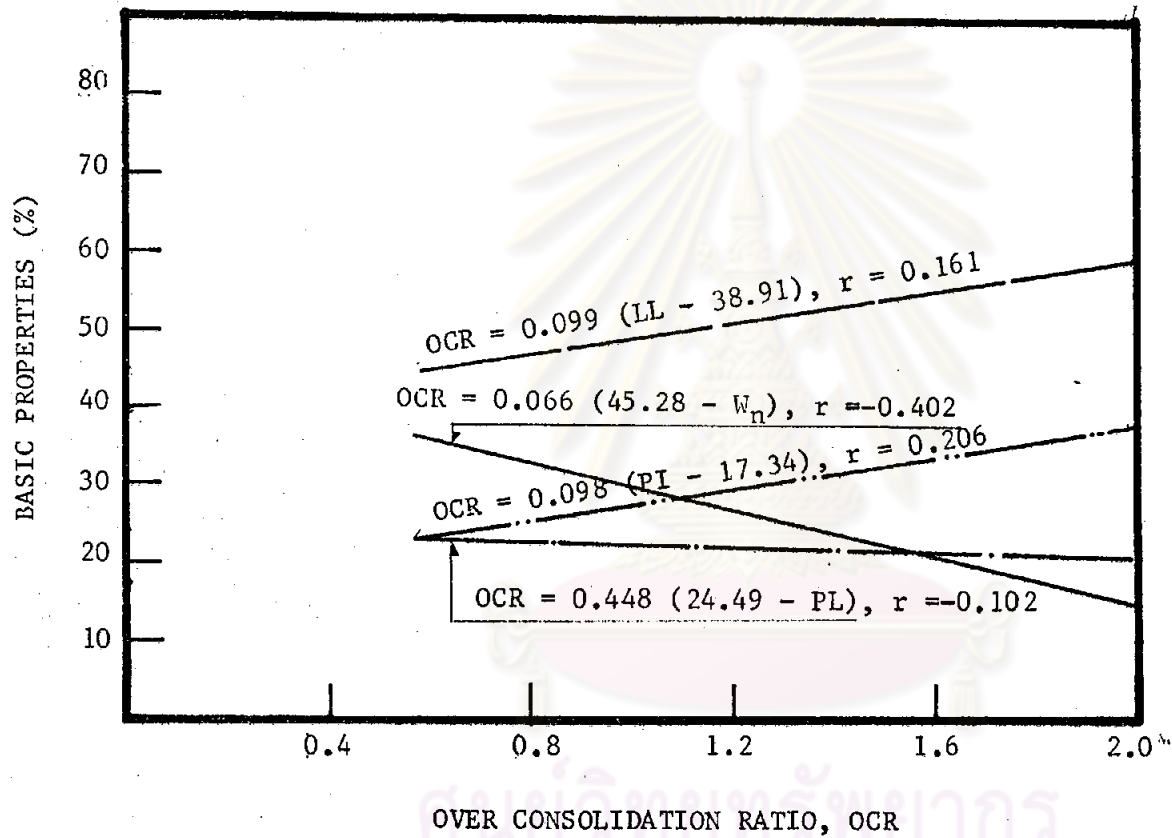
(จากข้อมูลทั้งหมด 197 ข้อมูล)



รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RR กับ BASIC PROPERTIES

สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ

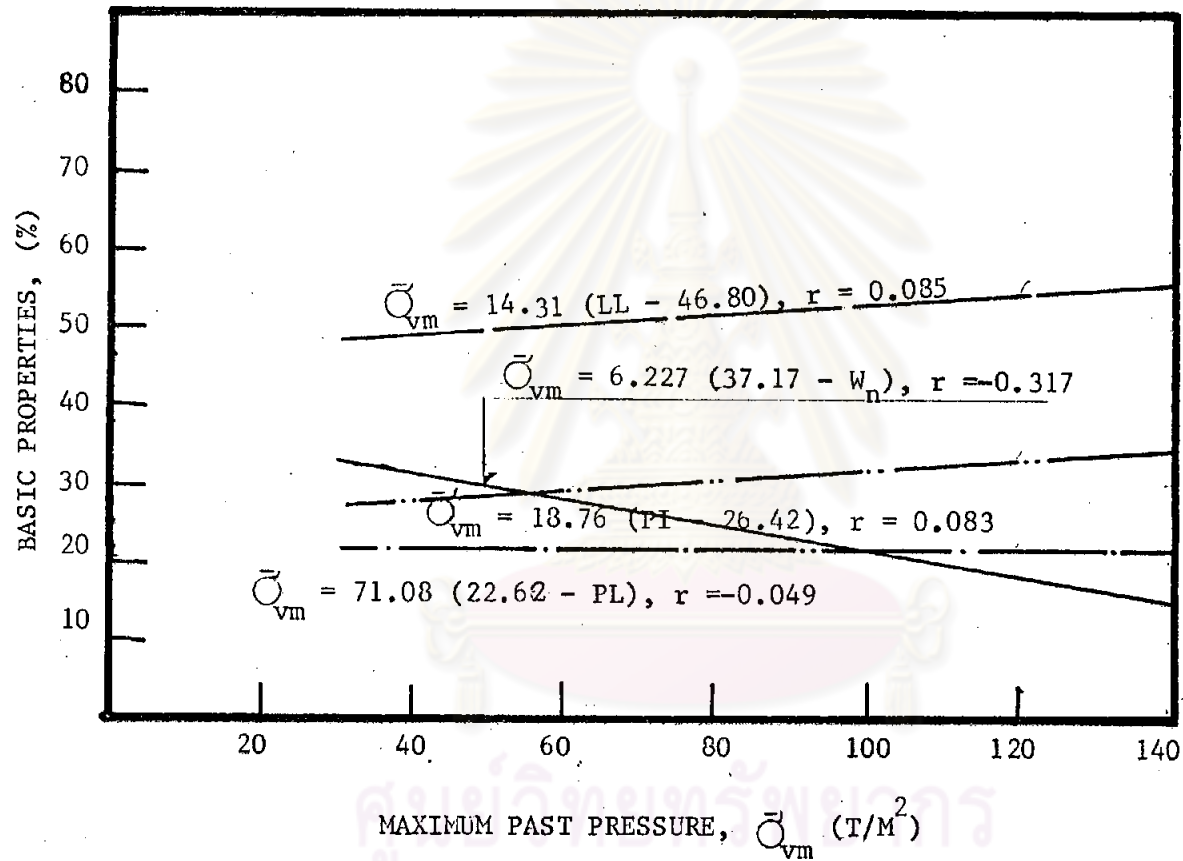
(จากข้อมูลทั้งหมด 197 ข้อมูล)



รูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง OCR กับ BASIC PROPERTIES

สำหรับดินเหนียวแข็งวันที่สองของกรุงเทพฯ

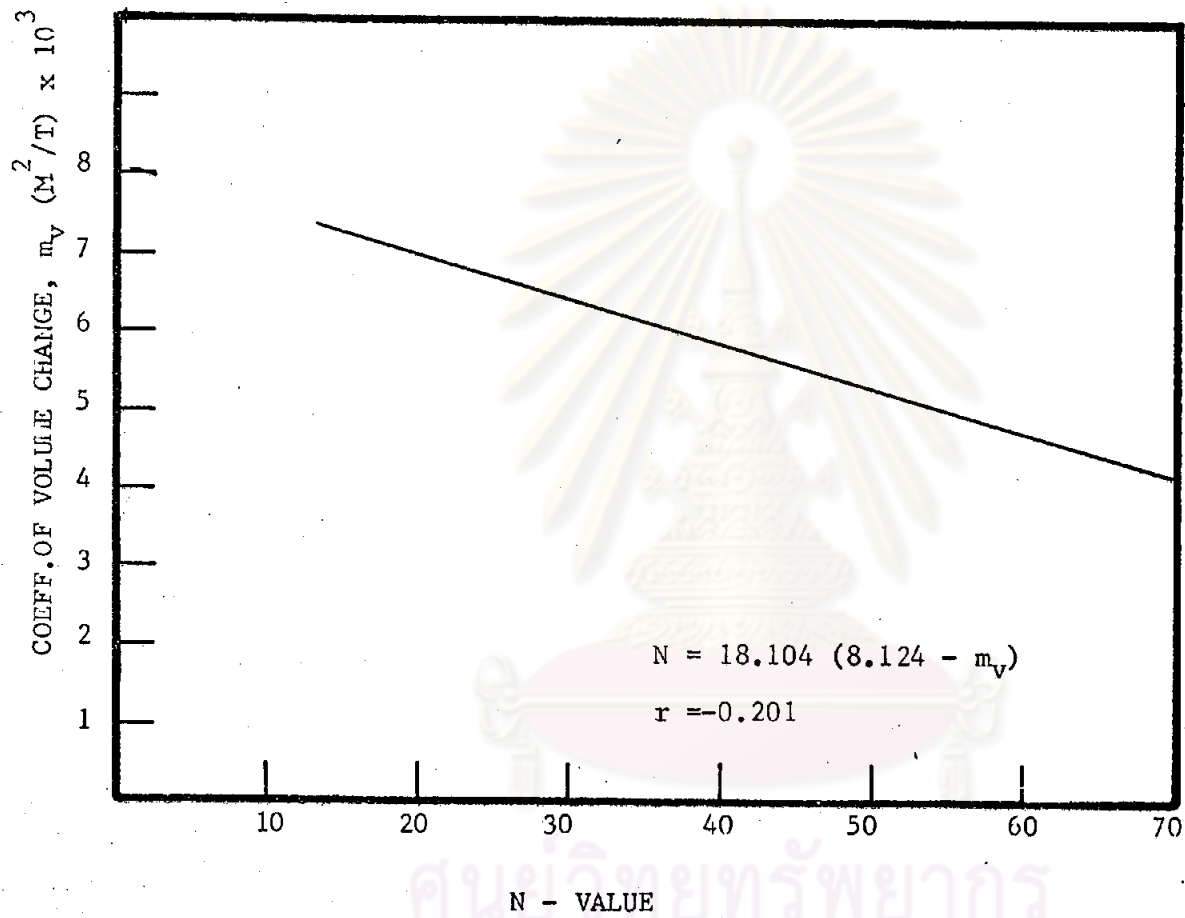
(จากข้อมูลทั้งหมด 197 ข้อมูล)



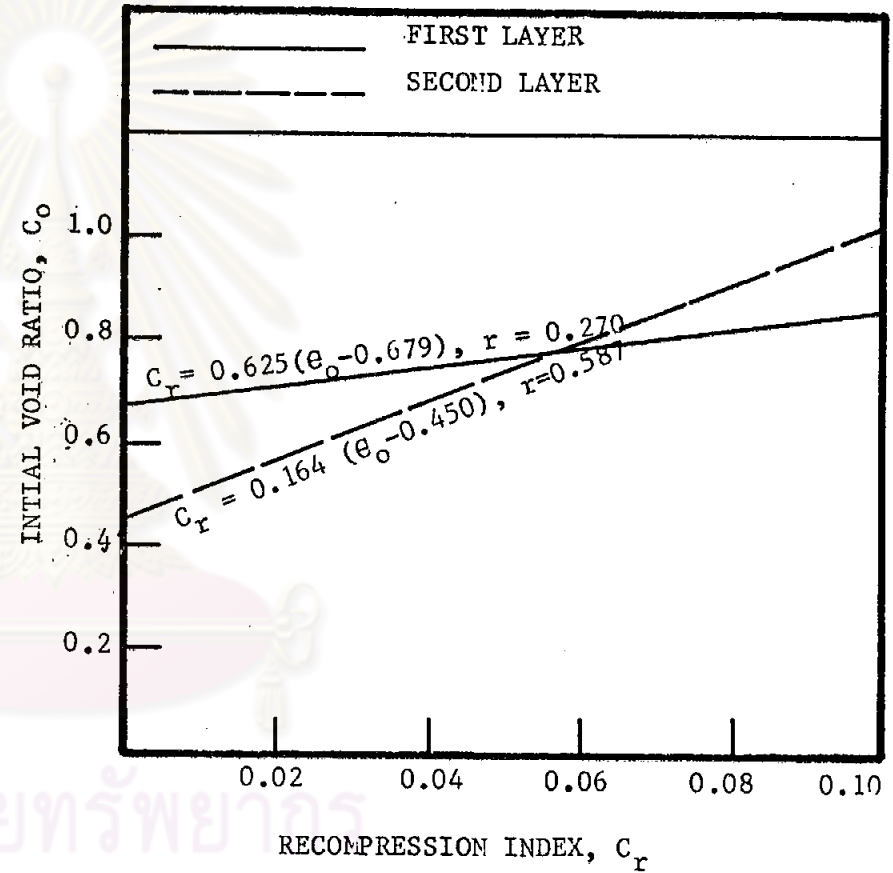
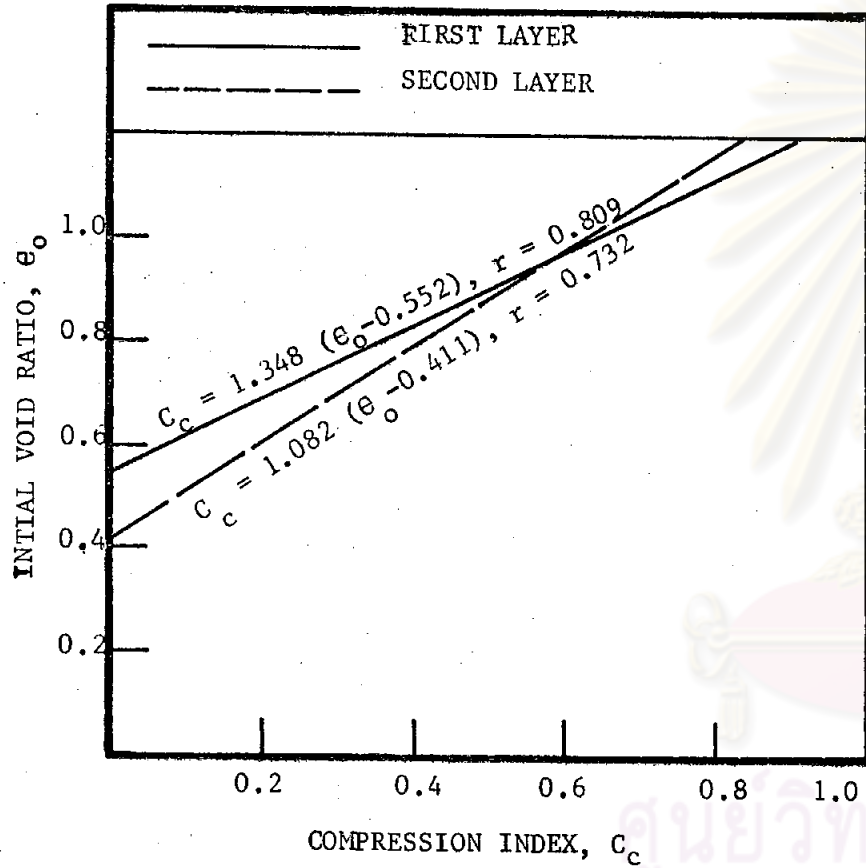
รูปที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{\sigma}_{vm}$ กับ BASIC PROPERTIES

สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของนครจันทบุรี

(จากข้อมูลทั้งหมด 197 ข้อมูล)

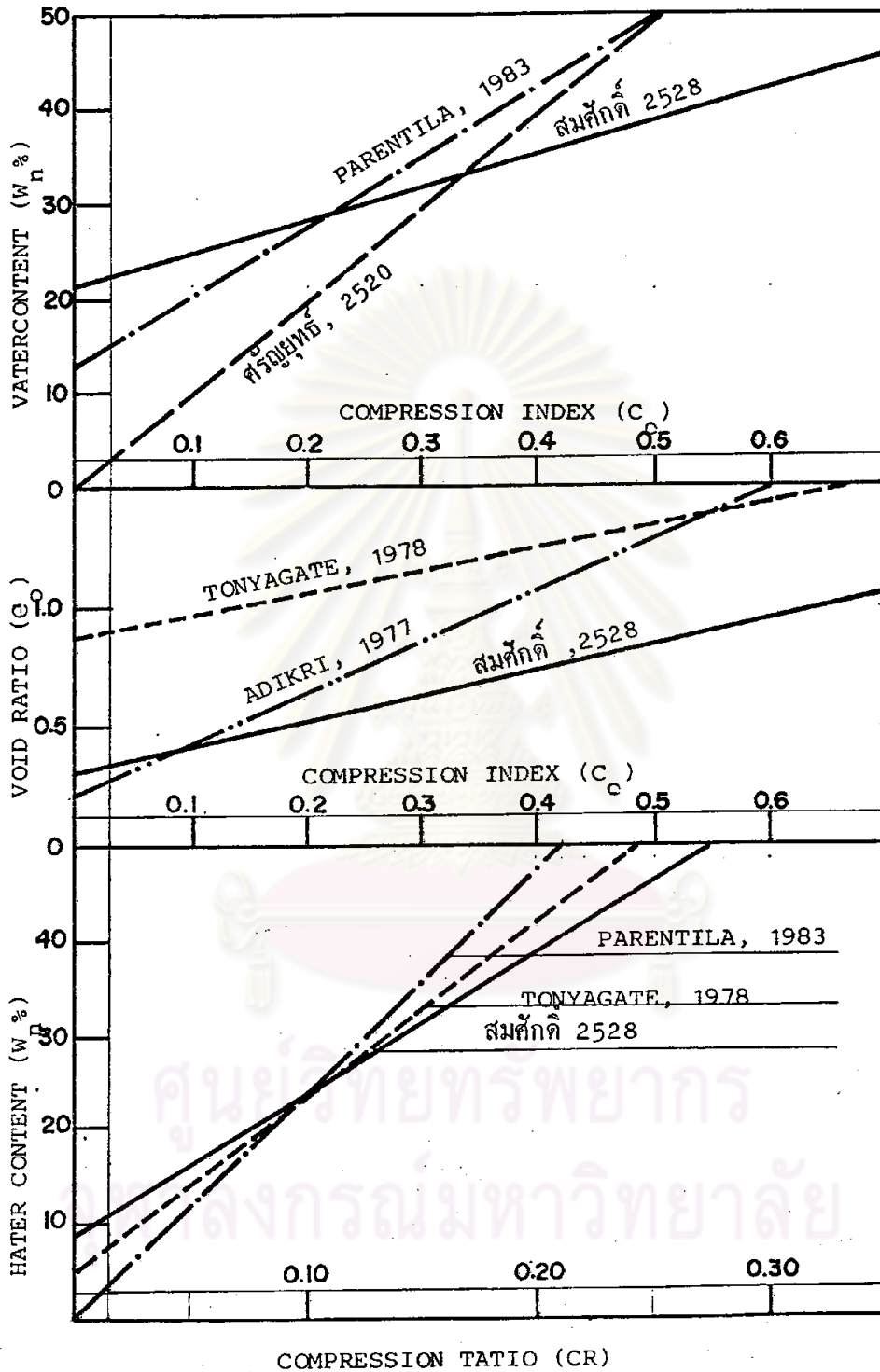


รูปที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง N - VALUE กับ m_v
 สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ
 (จากข้อมูลทั้งหมด 197 ข้อมูล)

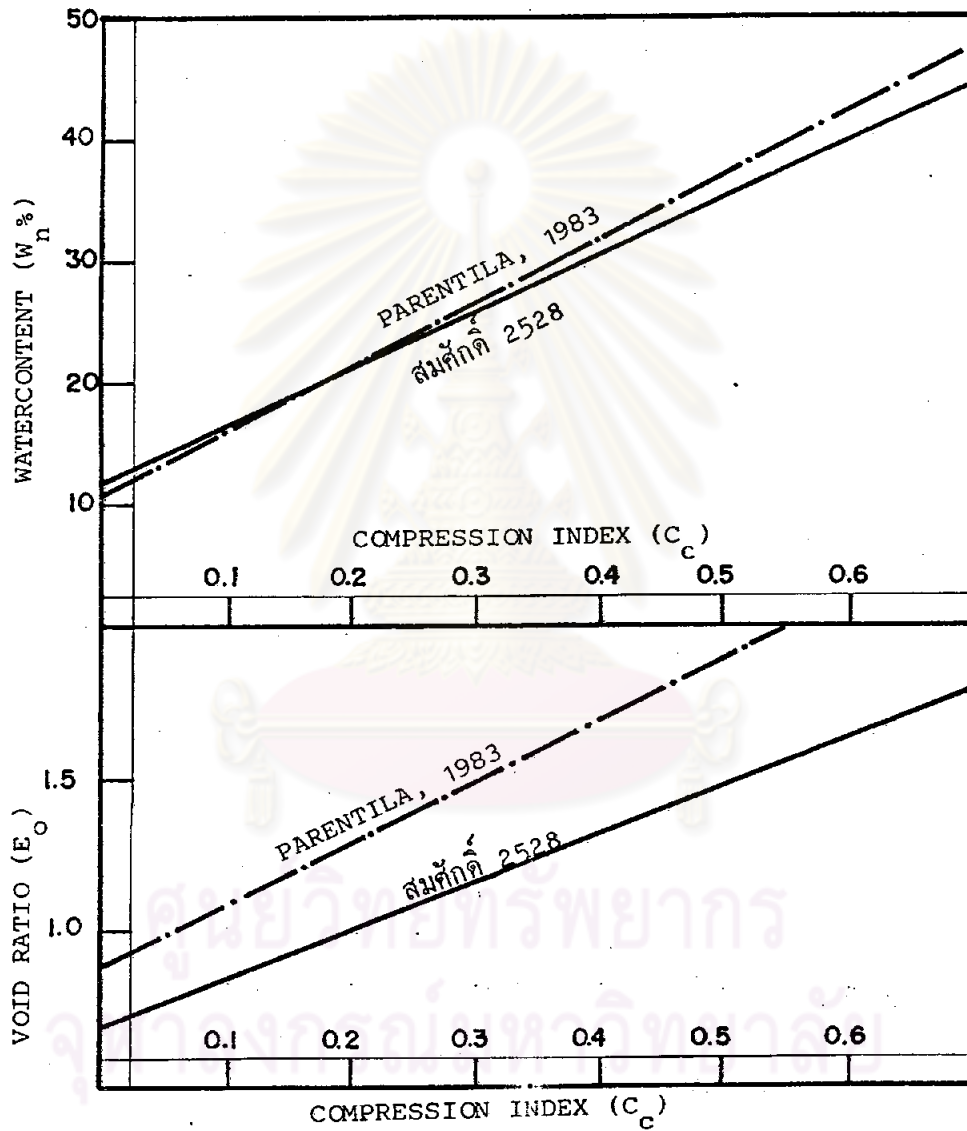


รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง e_o กับ C_c, C_r

สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองของกรุงเทพฯ



รูปที่ 4.18 แสดงเส้นถดถอยจากการวิเคราะห์ดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง ในครั้งนี้กับจากการวิเคราะห์ในอดีต



รูปที่ 4.19 แสดงเส้นถดถอยจากการวิเคราะห์ดินเหนียวแข็งชั้นที่สองในครั้งนี้อย่างจากการวิเคราะห์ในอดีต